# インターネット

## コンピューターはどのようにしてお互いを知るのか？

コンピューターはお互いをどのようにして知っているのでしょうか？

コンピューターはIPアドレスという数字でお互いを認識しています。

IPアドレスは、8ビットを4つ組み合わせて作られています。つまり、4バイトです。

1100 0000 . 1010 1000 . 0000 1010 . 0010 0011　・・・ビット（2進数）

C 0 . A 8 . 0 A . 2 3 　・・・16進数

192 . 168 . 10 . 35　　・・・10進数

これは IPv4アドレス と言われていて、インターネットが作られた最初から使われていたものです。しかし、近年ではIPv4アドレスでは足りなくなってきて、IPv6アドレスが使われるようになってきています。

IPアドレスは Windows のコマンドプロンプトで調べることができます。

> ipconfig <Enter>

（<Enter>は「Enterキー」を押下することです。）

以下のような表示になります。

IPv4アドレス： 192.168.10.35 （35という数字は機械によって違う）

デフォルト・ゲートウェイ： 192.168.10.1

ネットマスク： 255.255.255.0

ここで使われているIPアドレスは、プライベートIPアドレスと言われるものです。これについては、次の章で説明します。

**デフォルト・ゲートウェイ**とは、インターネット（外部）に出ていくのに、192.168.10.1というIPアドレスをもつ機械（デフォルト・ゲートウェイ）を通るという意味です。

ネットマスクというのは、このプライベート・IPアドレスが、どのレベルのプライベートアドレスなのかを説明しています。

これも、次の章で説明します。

注：IPアドレスが設定されているのは、コンピュータに対してではなく、実際は、ネットワーク・デバイスに対してです。つまり、ひとつのコンピュータに2つ以上のネットワーク・デバイスを組み込むことができるのです。その場合、そのコンピュータは、2つ以上のネットワークに接続していることになり、そのコンピュータが中継機となります。

## インターネットとIPアドレス

全世界のコンピュータは、IPアドレスによってお互いを認識します。ですから、IPアドレスに重複があってはなりません。IPにアドレスは国際的な取り決めによって管理されています。このようなIPアドレスを「グローバルIPアドレス」といいます。

しかし、IPアドレスは数に限りがあるので、近くにあるコンピュータ同士をひとまとまりにして、そのコンピュータのグループに対して1つのIPアドレスをわりあてれば非常に効率がよくなります。このグループのことをLAN（ローカルエリアネットワーク）といいます。

注：それに対して、インターネットなどの広域ネットワークをWAN（ワイドエリアネットワーク）といいます。

ただ、そのひとまとまりのコンピュータにもIPアドレスを割り当てないと、お互いが通信できなくなります。そこで、インターネットに直接つながっているIPアドレスを「グローバルIPアドレス」とし、ひとまとまりの中のIPアドレスを「プライベートIPアドレス」としたのです。

プライベートIPアドレスは、そのひとまとまりの大きさ（コンピュータの数）に応じて、

クラスA 10.0.0.0 〜 10.255.255.255 （16777216台設置可能）

クラスB 172.16.0.0 〜 172.31.255.255 （65536台設置可能）

クラスC 192.168.0.0 〜 192.168.255.255 （256台設置可能）

の3種類にわけられています。

プライベートIPアドレスは、たとえば、クラスCなら、先頭2バイトは、「192.168」にするように国際的に決められています。3番目の1ﾊﾞｲﾄは、そのLAN内で任意に決めることができます。4番めの1バイトは、個々のコンピュータに割り当てることになります。

プライベートIPアドレスは、インターネット空間に出ていくことはないので、他のLANとの重複を気にすることなく設定することができます。

個々のコンピュータにプライベートIPアドレスを設定するには、手作業で設定することが可能ですが、自動的に設定されるようにしておいたほうが便利です。これは、そのLAN内に1台DHCPサーバを設置して、個々のコンピュータが起動すればDHCPサーバがそのコンピュータに対して適当なIPアドレスを割り振るようにするのです。各家庭のネットワークはたいていこの設定になってます。コンピュータをネットワークに接続するのが簡単になるからです。

ただし、自由にコンピュータをネットワークに接続させたくない場合もあります。その場合は、そのネットワークの管理者が個々のコンピュータにIPアドレスを割り振ることになります。その場合、各ユーザが自分のコンピュータを勝手にそのネットワークに接続することはできません。

このように、LANに属している個々のコンピュータは、デフォルト・ゲートウェイを通ってインターネットに接続し、そのとき、グローバルIPアドレスというIPアドレスとして出ていくことになります。

注：2つのネットワークを中継する機器をルータといいます。インターネットへの接続を業者に申し込んだら、工事担当者が各家庭にルータ（モデム機能つき）を設置します。そのルータには、WAN側にはグローバルIPアドレスが割り振られ、LAN側にはたいてい192.168.0.1というプライベートIPアドレスが割り振られます。

## IPアドレスと名前解決

さて、コンピュータ同士はIPアドレスによってお互いを知り合うのですが、これは人間にとってはわかりにくいものです。このIPアドレスを人間にわかりやすくしたものが「ドメイン」名、それと、「ホスト」名です。

たとえば、グーグルのトップページは、「https://www.google.co.jp」ですが、これをIPアドレスで表現すると、「216.58.196.227」です。人間にとっては、ほかのコンピュータを知るには、この「ドメイン名（ホスト名）」のほうがわかりやすいですね。

先頭の「https://」は、あとに続く文字列が何を伝えようとしているのかを示しています。「https」の他、「http」「ftp」「git」などがあります。

「www」は、ホスト名です。Webサーバーが動いているコンピュータには、wwwというホスト名がつけられることが多いです。第4レベルドメインとも言われます。省略することが可能で、その場合は、「www」というホスト名がついているとみなされます。

「goole」は、グーグルがつけたドメイン名で、第3レベルドメインです。

「co」は、第2レベルドメインで、この場合「会社組織」を表現しています。

「jp」は、第1レベルドメインで、国を表しています。

ドメイン名は、さまざまな書き表し方が可能ですが、世界中で一意のものでなければなりません。ドメイン名を管理認定している事業者がいます。日本にも22社あります。

人間は、コンピュータを操作しながら、このドメイン名で他のコンピュータと通信しようとします。

その人間が入力したドメイン名を、コンピュータが使っているIPアドレスに変換しなくてはなりません。これが「名前解決」と言われているもので、「DNSサーバー（ネームサーバー）」がその仕事をしています。

DNSサーバーは個人が設置することが可能です。各DNSサーバーは、自分の属する組織（ドメイン）からの名前問い合わせに対して、把握しているものであれば回答し、把握していないものであれば、上位のDNSサーバーに問い合わせます。上位のDNSサーバーも同様に処理をします。

DNSサーバーは、インターネットを支えている根幹の部分なので、DNSサーバーがトラブルによって故障すると大変です。したがって、どの組織も最低2台は並行して運用しています。1台がストップしても、もう1台につねにバックアップされているから、それで運用できるわけです。

一番上位のDNSサーバーを「ルートサーバー」といい、全世界で13組設置されています。アメリカ・10、ロンドン・1、ストックホルム・1、東京・1、です。

ドメインネームからIPアドレスを問い合わせるには、Windowsのコマンドプロンプトでは、nslookupというコマンドを使います。

> nslookup www.google.co.jp <Enter>

Name: www.google.co.jp

Address: 216.58.196.227

## インターネット接続の実際

インターネットに接続するのは、コンピューターではなく、実際はネットワーク・デバイスであることは、先に述べました。ここでもう一つ、追加で述べなくてはなりません。

インターネットに接続するのは、コンピューターの中のプログラム（アプリ）なのです。インターネットに接続するため、そのアプリが外部に通信しようとするとき、オペレーションシステムから「ポート」（出入り口）が割り振られます。

たとえば、ブラウザがグーグルのトップページにアクセスするとします。その場合は、以下のようになります。

1. ブラウザにポート番号（これは決まっていない）が割り振られ、ネットワークデバイスを通して、通信データが外部に出ていきます。その際、そのデータには、ヘッダ情報として「出発点ポート番号」「出発点IPアドレス」「宛先ドメイン」が記載されます。
2. 次に、外部のDNSサーバと通信し、「宛先IPアドレス」を問い合わせます。外部のDNSサーバは、もし既知のドメインであればそのIPアドレスを回答し、未知のドメインであれば上位のDNSサーバに問い合わせ、その結果を回答します。DNSサーバは、ヘッダ情報に含まれていた「出発点IPアドレス」と「出発点ポート番号」を手がかりにして「宛先IPアドレス」「宛先ポート番号」として設定し、回答である「IPアドレス」を出発点ブラウザに送り返してきます。
3. 今度は、　ブラウザは、目的地のサイト（今回の場合はグーグル）に向かって、「ページを見せてくれ」という要求を送ります。その際、さっきと同様に、ヘッダ情報として、「出発点ポート番号」「出発点IPアドレス」「宛先IPアドレス」「宛先ポート番号」を記載します。「宛先IPアドレス」は、先程の問い合わせによって知ることができました。では、「宛先ポート番号」はどのようにして知ることができたのでしょうか。

実は「宛先ポート番号」は、あらかじめ決められているのです。「http」の場合は80番、「https」の場合は443番と、国際的に取り決められています。グーグルのサイトはセキュリティで保護されているhttpsなので、443番ポートを宛先ポート番号とすればよいのです。

1. さて、先程は、説明をとばしましたが、「出発点IPアドレス」は、実はプライペートIPアドレスです。この通信は、このLANと外部のネットワークとの中継点すなわり「ルータ」という機器を通って外部に出ていきます。

この「ルータ」を通過する際、「ルータ」は、ヘッダ情報にルータのもっている「グローバルIPアドレス」を付け加えます。それから外部に出ていきます。

1. 通信データは、グーグルのサイトで動いている「Webサーバ・プロウラム」に届きます。これが80番ポートならびに443番オートを使っているのです。「ページを見せてくれ」という要求ですので、その「応答」をお繰り返します。ヘッダ情報に「出発点グローバルIPアドレス」が記載されていたので、それを「宛先IPアドレス」としてヘッダ情報に付け加えます。また、グーグル自身のIPアドレスとポート番号もそれぞれ「出発点IPアドレス」「出発点ポート番号」として付け加えます。
2. このデータは、宛先グローバルIPアドレスをもっている「ルータ」に帰ってきます。ルータは、届いたデータのヘッダ情報を見て、その宛先の部分に、出発点の「プライベートIPアドレス」と「ポート番号」を知ります。そして、そのプライベートIPアドレスを持っているネットワークデバイスすなわちコンピュータにデータを送ります。そのコンピュータでは、届いたデータの「宛先ポード番号」にデータが届くので、ブラウザにデータが届き、そのデータをブラウザで表示するというわけです。

これが、インターネット通信の実際（の一部）です。

## ネットワーク通信についての取り決め -- OSI参照モデル・TCP/IPモデル

インターネット通信を可能にするためには、ネットワーク機器同士の通信について、さまざまな取り決めをつくっておかなければなりません。でないと、製造メーカーが違う機器同士での通信が不可能になります。その取り決めのことを「プロトコル」といいます。

それは、多岐にわたっていて、たとえば、通信機器どうしの電気信号のとりきめはどうするか、IPアドレス以前のMACアドレスでの通信はどうするかなど、さまざまです。

そこで、ネットワーク通信の取り決めを策定する際に、ネットワーク通信を7つの階層に分けて、それぞれについて取り決めをおこなうことが考えられました（1984年）。これが、「OSI参照モデル」と言われる考え方です。

第1層（物理層）電気信号でのやりとりをどうおこなうかを取り決める。また、接続機器のコネクタの形状やピンの数など。

第2層（データリンク層）イーサネットケーブルやWifiで直接接続された機器どうしでどう通信するかを取り決める。MACアドレスによってお互いを認識し、それに基づいて通信する。

第3層（ネットワーク層）IPアドレスに基づいた通信をどうおこなうかを取り決める。通信経路の選択やルーティングなど。

第4層（トランスポート層）データ通信の信頼性をどう確保するのかを取り決める。TCPだとエラーチェックをおこなう。UDPだとエラーチェックはおこなわない。

第5層（セッション層）通信プログラムどうしの接続の確立・維持・終了について取り決める。

第6層（プレゼンテーション層）文字コードや画像形式など、データの表現形式について取り決める。

第7層（アプリケーション層）その他、アプリケーションごとのデータのやり取りについて取り決める。HTTPやHTTPS、FTPなど。

実際に製品をつくる際に、第1層と第2層、あるいは第5層〜第7層を厳密にわけることが難しくなりました。現在実際に運用されているのは、TCP/IPモデルと言われるものです。

第1層（ネットワーク・インターフェース層）OSI参照モデルの第１層と第２層にあたる。イーサネットや無線LANなどがこの層になる。モデムや光回線などの接続で使われているPPP（Point To Point）プロトコルもこの層に属する。

第2層（インターネット層）OSI参照モデルのネットワーク層（第3層）にあたる。IPプロトコルに基づく通信を実現する。

第3層（トランスポート層）OSI参照モデルのトランスポート層（第4層）にあたる。TCPやUDPなどのプロトコルはこの層である。

第4層（アプリケーション層）OSI参照モデルのセッション層からアプリケーション層までに相当する。個々のプログラムでの通信のしかたを決める。文字コード、画像形式、暗号化方式などのデータの表現形式はこの層。また、Webや電子メールなどのアプリケーションでの通信プロトコル（HTTP、FTPなど）もこの層。

このうちの第4層は、ブラウザに内蔵されている「開発ツール」で確認することができます。つまり、第4層は、アプリケーションが実際にどのように通信をやりとりしているか、その取り決めです。「HTTP」や「HTTPS」でのやりとりをどうするかということなどです。